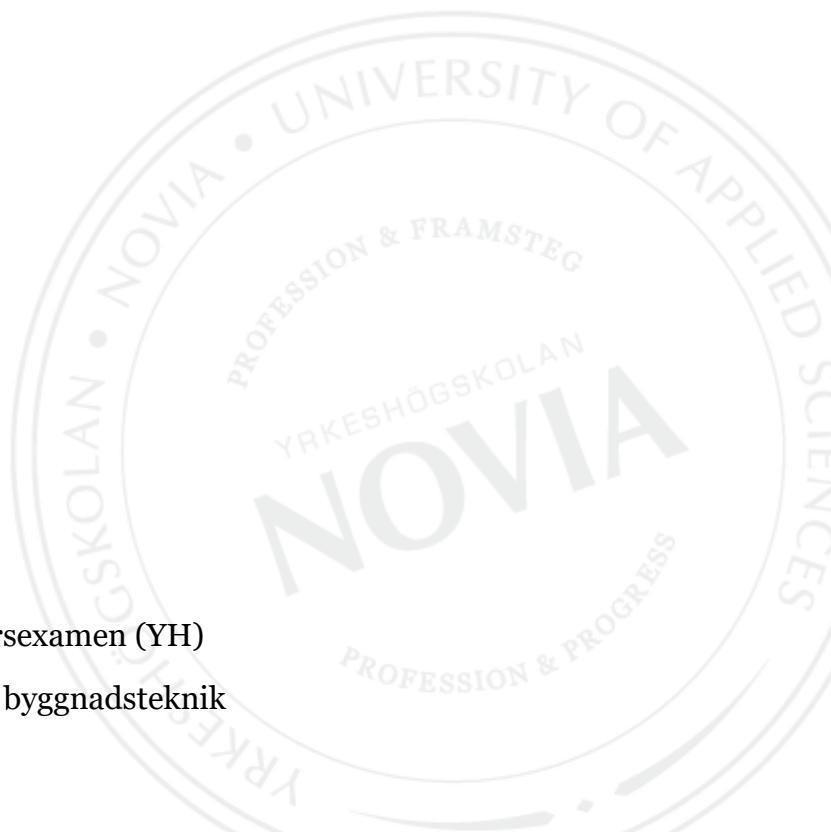


Massa- och mängdberäkningsprogram för elstationer

Henrik Lampinen

Examensarbete för ingengörsexamen (YH)
Utbildningsprogrammet för byggnadsteknik
Vasa 2016



EXAMENSARBETE

Författare: Henrik Lampinen

Utbildningsprogram och ort: Byggnadsteknik Vasa

Inriktningsalternativ/Fördjupning: Konstruktion

Handledare: Allan Andersson

Titel: Massa- och mängdberäkningsprogram för elstationer

Datum 3.5.2016

Sidantal 33

Bilagor 10

Abstrakt

Lärdomsprovet omfattar ett massa- och mängdberäkningsprogram som ska underlätta offertberäkning för elstationsprojekt. Med programmet generas en lista på byggmaterial och mängder på samtliga byggmaterial som krävs för det projektspecifika stationsbygget. Uppdragsgivaren är VEO och avdelningen Substation.

Den skriftliga delen går byggnadstekniskt igenom elstationer och dess uppbyggnad och innehåll. Arbetet går igenom olika grundläggningsmetoder, olika typer av fundament som används och krav för kontroll och ställverksbyggnader. Arbetet innehåller mycket allmänna krav som eldistributionsföretag ställer på de olika delarna av stationen.

Programmet tar i beaktande olika klimat och marktyper samt kunders kravspecifikationer på material och utföranden. Användaren fyller i mängderna för olika apparaters fundament samt allmänna uppgifter om stationsområdet, så som stationens mått. Programmet genererar en färdig mängdlista som kan bifogas en offertförfrågan som skickas till markentreprenörer för att få offerter på stationsbygget.

Resultatet blev ett beräkningsverktyg som underlättar beräkningen av material i offertskedet. Dessutom utgör den genererade listan en viktig del av kontraktet som tecknas med markentreprenörerna. Resultatet används även för att granska de verkliga materialmängderna efter att projektet avslutats. Programmet ger snabbt en överblick på stationens materialåtgångar.

Språk: Svenska

Nyckelord: Offertberäkning, Excel, Elstation

OPINNÄYTETYÖ

Tekijä: Henrik Lampinen

Koulutusohjelma ja paikkakunta: Rakennustekniikka Vaasa

Suuntautumisvaihtoehto: Rakennetekniikka

Ohjaaja: Allan Andersson

Nimike: Massa ja määrälaskentaohjelma sähköasemille

Päivämäärä 3.5.2016

Sivumäärä 33

Liitteet 10

Tiivistelmä

Opinnäytetyö pitää sisällään massa- ja määrälaskentaohjelman, jonka tarkoitus on helpottaa tarjouslaskentaa sähköasemaprojekteissa. Ohjelma tekee listan kaikista rakennusmateriaaleista kyseiseen projektiin. Opinnäytetyön tilaaja on VEO Oy ja osasto Substation.

Kirjallinen osuus käy rakennusteknisesti läpi koko sähköaseman. Työ sisältää perustamistavan, eri perustuksia ja vaatimuksia ohjaamorakennukselle. Työ sisältää paljon sähköjakeluyritysten vaatimuksia aseman eri osista.

Laskentaohjelma ottaa huomioon eri ilmaston ja maatyypin sekä asiakkaan vaatimukset eri rakennusmateriaaleille ja työtavoille. Käyttäjä täyttää määrät eri kojeistoperustuksille sekä yleisiä tietoja, kuten aseman mitat. Ohjelman tekemä valmis massalista liitetään tarjouspyyntöön, joka lähetetään maarakennusurakoitsijoille.

Lopputulos on laskentatyökalu, joka helpottaa materiaalien menekkien laskentaa tarjousvaiheessa. Materiaalista on lisäksi myös tärkeä dokumentti sopimuksessa maaurakoitsijan kanssa. Massalistaa voi myös käyttää projektin päätyttyä kun käydään läpi todellisia kuluja sekä määriä.

Kieli: Ruotsi

Avainsanat: Tarjouslaskenta, Excel, Sähköasema

BACHELOR`S THESIS

Author: Henrik Lampinen

Degree Programme: Construction Engineering, Vaasa

Specialization: Structural Design

Supervisor: Allan Andersson

Title: Mass and quantity calculation program for substations.

Date 3.5.2016

Number of pages 33

Appendices 10

Summary

This bachelor`s thesis consists of a calculation tool for determine the masses of a substation. The idea behind the program is to fasten and simplify the process of counting offers. The program produces a list containing all the amounts of building materials that are required for the project.

The written part goes through the whole substation, all the different parts that affect the ground work. It includes different types of foundations and control buildings. The work has a lot of general demands that the electricity distributors have on the different parts of the station.

The program takes in consideration different climates and ground types as well as customers specifications on materials and executions. The user types in the amounts of the different foundations as well as general information such as the size of the station area. The program generates a quantity list witch can be attached to the invitation to tender that are sent to contractors for offers for the station constructions.

The result became a counting tool, which helps the material calculations offer phase and also becomes an important document in the contract with the construction contractor. The results can also be used to check the real consumptions of the different materials.

Language: Swedish

Key words: Offer calculation, Excel, Substation

Innehållsförteckning

1	Inledning.....	1
2	VEO Oy.....	2
3	Nuläget	2
4	Effektivering av mängdberäkning	3
5	Typer av elstationer	3
6	Jordmassor.....	4
6.1	Fraktning	5
6.2	Fyllning	5
6.3	Vägar.....	5
7	Markliggande sulor.....	5
8	Pålar.....	7
8.1	Pålmaterial	7
8.1.1	Träpålar.....	7
8.1.2	Betongpålar.....	7
8.1.3	Stålpålar	8
8.2	Pålarnas funktionssätt	9
8.2.1	Spetsburna pålar (stödpålar)	10
8.2.2	Mantelburna pålar (friktions- och kohesionspålar)	10
8.3	Neddrivningssätt	10
8.3.1	Slagpålar	10
8.3.2	Grävpålar	10
8.3.3	Borrade pålar	11
8.4	Pålar som används på elstationer	11
9	Förstärkning av undergrunden.....	11
10	Tjälisolering.....	12
10.1	EPS	12
10.2	XPS.....	13

10.3	Tjälisolering för elstationer	13
11	Jordningsnät.....	14
12	Kabelkanal.....	15
13	Elrör.....	15
14	Dränering	16
15	Apparatfundamenten	16
16	Huvudtransformator	18
17	Kontrollbyggnad.....	21
17.1	Grund.....	21
17.2	Byggnaden.....	23
18	Stängsel.....	26
19	Mängdberäkningsprogrammet.....	27
19.1	Programmets uppbyggnad.....	27
19.2	Bilder från programmet	28
20	Resultat, Kritisk granskning och diskussion	31
21	Källförteckning.....	33

BILAGOR

Bilaga 1 Stationens placering

Bilaga 2 Skärningsritning av stationen

Bilaga 3 Fundamentplaceringsritning

Bilaga 4 Jordningsritning

Bilaga 5 Tjälisoleringsritning

Bilaga 6 Stationens dränering

Bilaga 7 Transformatorns skärningsritning

Bilaga 8 Transformatorritning ovanifrån

Bilaga 9 Vakioasema fasadritning

Bilaga 10 Vakioasema med kabelkällare skärningsritning

1 Inledning

Mängden elstationsprojekt som VEO utför har ökat kraftigt. År 2015 gjordes fler projekt än någonsin förut på VEO:s avdelning Substations. Efter att projektmängden ökat har det blivit viktigare att få bättre arbetsredskap som sparar tid och därmed pengar. En stor del av projekten är ombyggen av befintliga stationer. Det har redan tidigare gjorts program som räknar ut kabelmängder och andra elektriska delar men inget som tagit byggandet i beaktande. Programmet räknar ut olika mängder byggmaterial, vilket bidrar till att VEO får bättre och noggrannare offerter av markentreprenörer.

Elstationerna varierar mycket i både storlek och utrustning men fundamenten är alltid de samma. En viss apparat har alltid samma fundament. Eftersom programmet kan räkna ut tjälisoleringen, betongmängden, armeringsmängden, hur mycket som måste grävas samt de nya jordmassorna som behövs måste användaren bara veta hur många av de olika fundamenten som behövs. Programmet kan ändå inte användas utan att alls se hurudan terrängen är, specialfallen måste alltid särskilt beaktas. Specialfall är till exempel stora höjdskillnader eller berg som kräver sprängningsarbete. Mängdberäkning är en långsam process och slutresultatet är sällan helt exakt. Det går enkelt att glömma bort något om man räknar för hand men det är enklare att komma ihåg allting om det bara är att fylla i siffror i en färdig tabell.

Den andra viktiga uppgiften programmet har är att följa upp hur det gick i projektet, det vill säga hur mycket material som verkligen användes. Det blir enkelt att jämföra mängderna som programmet angivit och det som verkligen beställts till byggarbetsplatsen. Programmet är utfört i Excel så som även VEO:s tidigare räkneprogram. Fördelen med Excel är att det är mer eller mindre bekant för alla användare. I fortsättningen kan andra användare uppdatera programmet om det behövs. Excel är ett mångsidigt program, eftersom man kan få det att göra nästan vad som helst och få det att se ut nästan hur som helst. I mitt fall skulle räkneprogrammet se så tydligt ut som möjligt och vara så enkelt att använda som möjligt. För ett rörigt och oklart program används inte och då förlorar programmet sin mening. Resultatet ska vara lättförståeligt och lätt att kunna handskas med och skickas vidare för att få offerter.

I detta slutarbete tar jag inte ställning till olika byggdelars dimensionering. Massakalkylen är räknad med de värden som företaget har angett och med de ritningarna företaget använder i sina projekt.

2 VEO Oy

VEO Oy, tidigare Vasa Engineering Oy, är grundat i Vasa 1989. VEO:s huvudkontor och fabrik finns i Runsor i Vasa. Andra kontor i Finland finns i Seinäjoki, Pesar och Rovaniemi. Dessutom har VEO ett litet kontor i Norge. VEO erbjuder automations- och elsystem för olika energiproduktions- och eldistributionsanläggningar. VEO:s produkter finns i bland annat vattenkraftverk, vindkraftverk, värmekraftverk samt i olje- och gaskraftverk. Huvudmarknadsområdet är i Finland, Sverige och Norge men projekt utförs även över hela världen. Slutarbetet gjordes för avdelningen Substations, som typiskt gör totalentreprenader för nybyggnation eller renovering av elstationer åt eldistributionsföretag med nyckeln i hand-principen.



Bild 2-1 VEO:s huvudkontor i Runsor, Vasa.

3 Nuläget

Alla värden som används i projektet är av arbetare i företaget. Som utgångspunkt har använts ritningar från tidigare projekt och företagets ritningsbibliotek. Jag har varit i nära kontakt med experter med olika uppdrag i företaget. Med i planeringen har varit en försäljare med bred kunskap om den Svenska marknaden, avdelningens planeringschef och

utvecklingsledare samt två projektledare, varav den ena ansvarar för byggandet och den andra för elektroniken. Tillsammans har de en bred kunskap om elstationer i både Finland och Sverige.

4 Effektivisering av mängdberäkning

Projektet för VEO:s del börjar med att VEO:s kund skickat ut en offertförfrågan på en elstation, antingen ny eller sanering av en befintlig. Det förekommer också att offertförfrågan gäller för flera elstationer som skall offereras tillsammans. Offertförfrågan innehåller oftast följande: sista deadline för offerten, ritningar, teknisk specifikation och andra krav kunden har. Försäljarens uppgift är att räkna ut alla kostnaderna för projektet. Offertens pris måste vara konkurrenskraftigt men ändå tillräckligt högt så att företaget ska gå med vinst. Om priset är för högt går alla projekten till de konkurrerande företagen och om priset är för lågt gör företaget på förlust. För att förenkla räknandet av markarbeten och för att snabba upp processen behövs ett räkneprogram. Försäljaren ser själv eller ber en elingenjör gå igenom den tekniska specifikationen och sedan matas de erhållna värdena in i räkneprogrammet. Alternativt kan man plocka all nödvändig information från stationens tomttritning. Massalistan skickas till markentreprenören som sedan lätt kan räkna ut arbetsmängden och en offert för byggandet. Man ber även offerter på jordmassorna som behövs. Utmaningen med programmet är att få med alla variabler, till exempel klimat, jordart och byggnadstyp.

5 Typer av elstationer

Det finns både in- och utomhusstationer, varav utomhus är vanligare i Finland och det som behandlas i slutarbetet. VEO:s projekt i Finland är i huvudsak 110/20 kV elstationer, vilket betyder att strömmen som kommer till stationen har en spänning på 110 kV och lämnar stationen som 20 kV. I Sverige finns en hel del projekt med 40/10 kV elstationer. Orsaken till att spänningen måste minskas mellan kraftverket och eluttagen i husen är att strömförlusten är större vid lägre spänningar. Elstationer med högre spänning är också till

yta större, eftersom skyddsavstånden är större. I bilagorna 1-6 finns ett exempel på en elstation. Exemplet innehåller olika ritningar på fundamentens grundläggning.

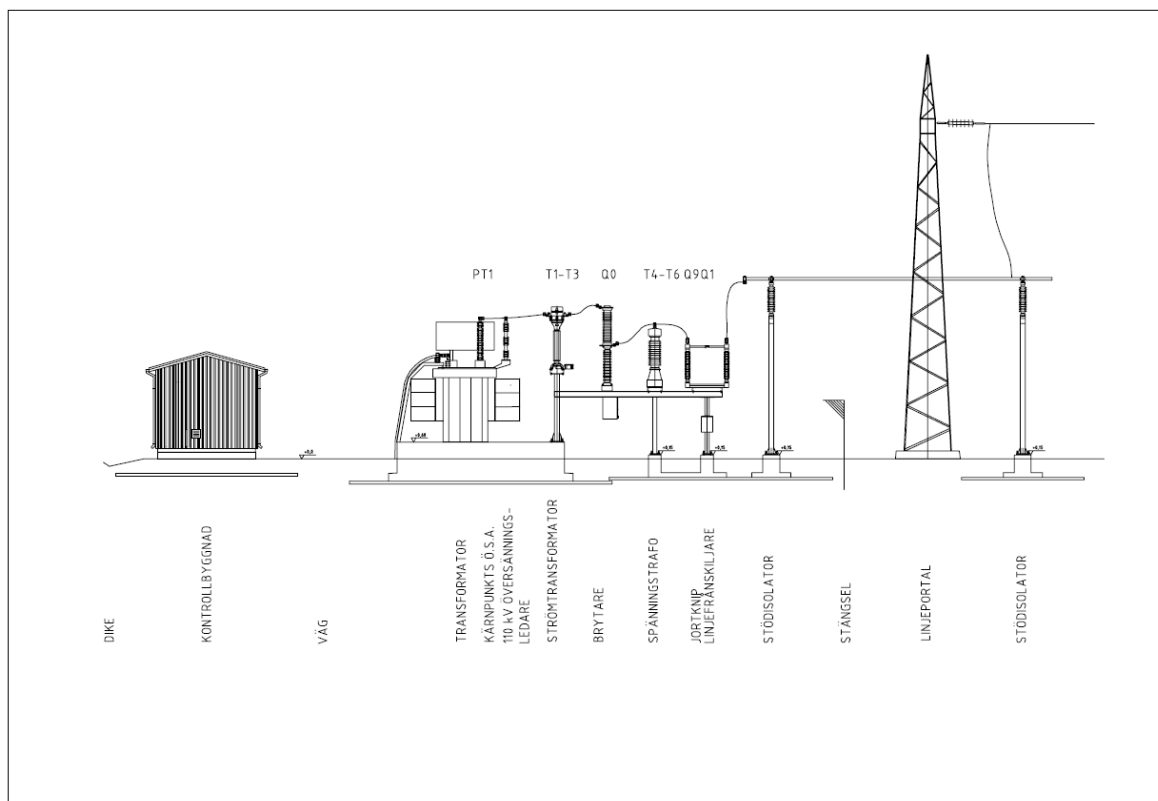


Bild 5-1 Snitritning på en elstation, samma bild hittas i bilaga 2.

6 Jordmassor

I nya projekt i Finland är det inte ovanligt att beställaren ansvarar för att schakta marknivån till -0,7 m från den blivande markytan. Om det finns fundament som kräver djupare gropar måste entreprenören själv sköta om schaktningen för de delarna. På befintliga elstationer skalas oftast endast ytskiktet, som brukar specificeras att vara mellan 100-250 mm.

6.1 Fraktning

Om ett projekt utförs utanför tätorter är tomterna oftast så stora att man får placera jordmassorna på tomten. Om man inte får placera massorna på tomten blir det aktuellt att frakta bort dem. Jordmassorna är i regel rena eftersom apparaterna med olja i sig ligger på oljegropar men om det finns förorenade massor fraktas de bort mot separat ersättning.

6.2 Fyllning

Ytskiktet ska i regel vara 16-32 mm makadam. Det ska täcka hela stationsområdet och sträcka sig 1-2 m utanför staketet. Under fundamenten kommer ett komprimerat 200-300 mm tjockt lager kross 0-32 mm. Fyllnadsjorden är också i regel kross 0-32 mm ibland 0-55 mm.

6.3 Vägar

Det finns alltid transportvägar till transformatorn och kontrollbyggnaden, vanligtvis 5-6 m breda. Vissa större stationer kan även ha mindre vägar om avstånden är långa. Dessa vägar är ofta ca 4 m breda. Vägen till transformatorn är dimensionerad för tung trafik. Det är nämligen meningen att transformatorn kan bytas ut och en 32 MVA transformator väger ca 40 ton. Det förekommer att beställaren kräver geo nät under vägen om bärigheten är dålig. Vägens yta är oftast 100 mm kross 0-16 mm.

7 Markliggande sulor

Sulans uppgift är att fördela vikten från konstruktionen ner till marken. Sulor kan utföras med eller utan armering. På elstationerna förekommer endast armerade sulor. Täcksikt mot mark är alltid minst 50 mm men sulorna ligger alltid på tjälisoleringen så 35 mm används.

8 Pålar

Då fast botten finns på ett större djup och då markundersökningarna rekommenderar pålning utförs pålning med betong- eller stålpålar. Pålning används när markens bärighet inte räcker till och massabyte skulle bli för dyrt. Det finns många olika typers pålar och de kan delas in på följande sätt: material-, verknings- och installationssättet.

8.1 Pålmaterial

8.1.1 Träpålar

Träpålar används endast i sekundära byggnadsdelar. Material och tillverkning måste uppfylla kraven i standarden SFS_EN 1995-1-1. Om det inte är fråga om mjuk mark måste pålens spets försträckas med en stålring. (RIL 254-2011 s. 156-157)

Fördelen med träpålar är att de är billiga och lätta att kapa av i önskad längd medan nackdelen är att träet angrips av röta.

8.1.2 Betongpålar

Betongpålarna är oftast fabriktillverkade spetsburna slagpålar som slås ner till fast botten. Betongpålar kan också utnyttjas som kohesionspålar. Pålarna dimensioneras för lyft, transport och nedslagning. Vanligt förekommande dimensioner är 200 x 200mm² och 250 x 250 mm² och 300 x 300 mm² men det tillverkas även pålar med dimension 350 x 350 mm² och 400 x 400 mm² för större laster. Långa betongpålar skarvas med momentstyva patenterade skarvar på arbetsplatsen (se bild 7-2). (Elementtisuunnittelu)



Bild 8-1 Betongpåle med skarv och slagspets.

Pålens minimilängd är 1,5 m om pålens sidomått är ≤ 250 mm, 2 m om sidomåttet är 251-350 mm och 2,5 m när sidomåttet är $\geq 3,51$. Betongpålar ska vara CE-märkta.

Arbetsutförandet, indelning i utförandeklasser och pålen samt dess delar ska uppfylla kraven i LPO-2005. Prefabricerade betongpålar och deras skarvar måste uppfylla kraven i SFS-EN 12794 + A1. (MaarRYL s. 106)

8.1.3 Stålpålar

Stålpålar används mest som stödpålar, vilket betyder att man utnyttjar nästan enbart spetsbärigheten. Stålpålar tillverkas med dimensioner allt från ca 60 mm till 1200 mm. För småhus och i detta fall även för elstationer är påldiametrarna 75, 90 och 115 mm lämpligast. Pålarna är oftast tillverkade av SSAB (tidigare Rauta Ruukki). Stålpålarna är lätta att skarva och kapa av till önskad längd. Stålpålar har mindre friktion än betong- eller träpålar och kräver mindre kraft för neddrivning. Mindre kraft orsakar mindre vibration och skador för närliggande byggnader. En nackdel med stålpålar är att de utsätts för korrosion. Till fördelar kan man räkna att stålpålar är sega och kan slås igenom stenig fyllnadsjord utan större risk för att gå av. (Ruukki)

Stålpålarna ska vara CE-märkta. Beträffande krav på material och utförande följes Lyöntipaalusohjeet. Pålarna kan skarvas antingen med mekaniska förband eller med svetsning. (MaaRYL 2010 s. 106)

Stålkvaliteterna som används i Finland är oftast S355J2H, S440J2H, S550J2H, X60 eller X70. Stålrören tillverkas oftast av varmvalsat stålband. (RIL 254-2011, s. 151)



Bild 8-2 Stålpåle med pålhatt och markspets.

8.2 Pålarnas funktionssätt

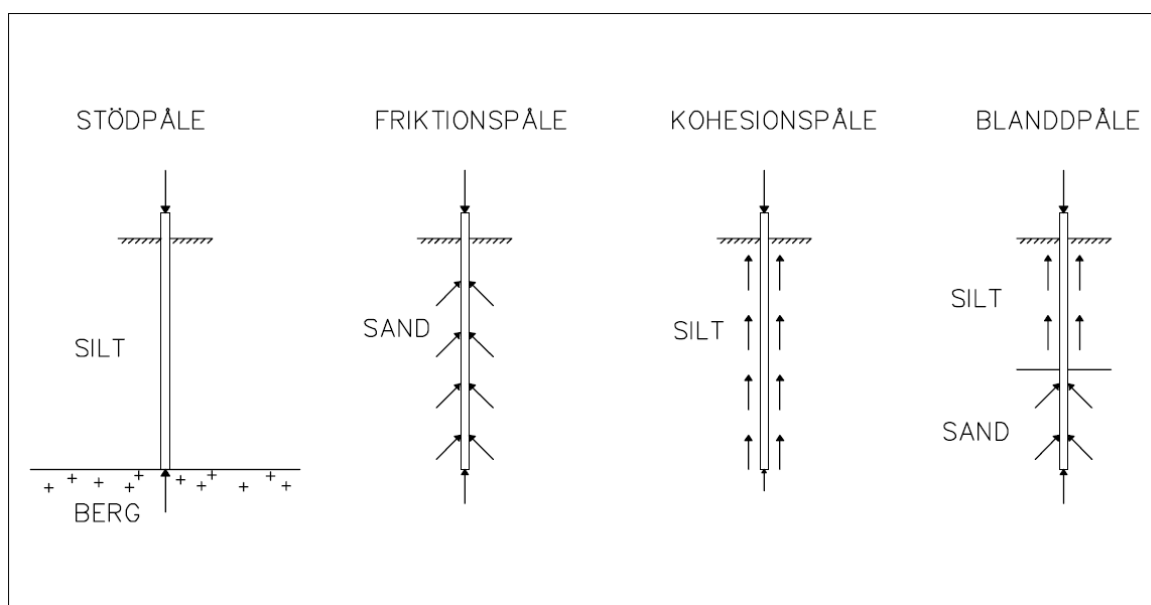


Bild 8-3 Pålarnas olika funktionssätt.

8.2.1 Spetsburna pålar (stödpålar)

Detta är den vanligaste typen av pålar i Finland. Metoden går ut på att pålen slås ner så att den vilar på berg eller på bärande jordlager. Kraften överförs rakt igenom pålen ner i grunden.

8.2.2 Mantelburna pålar (friktions- och kohesionspålar)

Friktionspålar kan användas i sandig jord och metoden går ut på friktionen mellan pålen och sanden blir så stor att den överskrider tryckkraften. Spetsens jordmotstånd bidrar också till att hålla pålen uppe.

Kohesionspålar fungerar på liknande sätt som friktionspålar men används i finkornigare mark av typ fin silt eller lera då avstånd till fast botten är stort. I kohesionspålar är det adhesionen mellan pålens mantelyta och jord som överför krafterna till jorden. Adhesion uppstår genom en molekylär bindning mellan pålens yta och den runtomkringliggande jorden.

8.3 Neddrivningssätt

8.3.1 Slagpålar

Slagpålning utförs med trä-, betong- eller stålpålar. Man lyfter pålen i lodrät ställning med pålkran och slår ner den i marken antingen med fallheijare eller med hydrauliskt fungerande hejare. Pålarna dimensioneras så att de tål en påfrestning som motsvarar åtminstone 1000 slag. (RIL 254-2011, s. 15-16, 100-105)

8.3.2 Grävpålar

Grävpålar utförs antingen med eller utan skyddsrör genom att gräva eller borra ett hål och sedan fylla hålet/gropen med armerad eller oarmerad betong. (RIL 254-2011, s. 16)

8.3.3 Borrade pålar

Som borrade pålar används stålplålar av typ RD. Man fäster en speciell borrarända på pålen. Borrplålar används när marken innehåller mycket sten och klippblock. Med borrarända kan man tränga igenom stora klippblock ända ner till bergen och en bit in i berget för att bättre fästa pålen. Andra fördelar med borrade pålar är att marken inte vibrerar så mycket under appliceringen och skadar således inte närliggande byggnaders grunder. På grund av den speciella pålspetsen och på grund av neddrivningssättet blir denna typ dyrare än en motsvarande slagpåle av samma material och dimension. (Rakentaja 2014)

8.4 Pålar som används på elstationer

På elstationer, så som i annat byggande, används slagplålar av betong och stål samt borrplålar av stål. Betongplålar används vid nya elstationer där det finns tillräckligt med utrymme medan det vid befintliga stationer ofta kan vara ont om utrymme och därför används stålplålar. Stålplålar används även i lös lera med långt avstånd till fast botten.

9 Förstärkning av undergrunden

Det vanligaste sättet att förbättra bärigheten för undergrunden är att använda markdukar. Efter att ytlagret är bortgrävt lägger man markduk för att skilja på de olika jordarterna. Markdukar finns i olika klasser och i Finland är de standardiserade från klass N1-N5. N1 lämpar sig för lätta markbyggen, under terrasser och under vägar med lätt trafik. N2 klarar redan av lastbilar och används under mindre vägar och hus. N3 används under stora vägar och klarar av tungtrafik. N4 används på riktigt mjuka ställen där det ska byggas väg. Den kan ta emot tyngre fallande föremål. N5 används till exempel när det ska falla klippblock som sprängts från berget. (Rakentaja 2015)

Geoduken får inte vara utrullad och utsatt för solen längre än en vecka. Dukstrimlorna måste överlappa varandra minst 0,5 m. Det är förbjudet att köra på duken med bil eller arbetsmaskiner. Det krävs minst 0,3 m grus på för att få köra på duken, 0,5 m om det ska köra tunga fordon. (MaaRYL)

På elstationerna har kunden ofta specificerat vilken klass markduken ska ha, om inte så används klass N2.

10 Tjälisolering

Som tjälisolering används ofta cellplast, antingen EPS- eller XPS-skivor. Cellplast består till 98 % av innesluten luft. Allmänt är EPS billigare än XPS men XPS har större tryckhållfasthet och suger åt sig mindre fukt än EPS-skivorna. (Cellplaster)

10.1 EPS

EPS (expanderad polystyren) tillverkas genom att råmaterialet bestående av polystyrenpärlor expanderas till cellplastkulor när de värms upp med hjälp av ånga. Man fyller sedan ett stort block med dessa kulor varav de sedan smälts ihop under värme och tryck. Man låter sedan blocken ligga under en tid vilket resulterar i att man får en stor skiva bestående av dessa cellplastkulor och en stor mängd innesluten luft. (Cellplaster)



Bild 10-1 EPS, man kan tydligt se de små kulorna.

10.2 XPS

XPS (extruderad polystyrene) skiljer sig åt från tillverkning av EPS. Istället för att använda expanderade polystyrenkuler extruderas här råmaterialet. Detta går till så att polystyrenpärlorna matas in i ena änden av processen där de smälts samman till en homogen smälta. Detta sker under högt tryck och man tillsätter då komprimerad gas, vanligtvis koldioxid och även färg. Här är det vanligt att varje tillverkare har sin egen färg. När trycket sedan minskar expanderar gasen, vilket resulterar i att bubblor inuti cellplasten bildas.

Den större skillnaden mellan dessa två typer av skivor är alltså att XPS är polystyren med inneslutna bubblor som kommer av att man tillsätter komprimerad gas, medan EPS är expanderade polystyrenkuler som smälts samman i en form. (Cellplaster)



Bild 10-2 XPS en jämnare yta än EPS.

10.3 Tjälisolering för elstationer

På elstationerna används XPS som tjälisolering. Betongfundamenten ligger rakt på cellplasten och därför krävs en produkt med högre tryckhållfasthet. Tjockleken och utbredningen varierar beroende på var i landet vi befinner oss. De tyngsta fundamenten väger 4500 kg. I bilaga 2 finns en ett exempel på stationens tjälisolering.



Bild 10-3 Transformatorns tjälisolering är installerad och golvet undre nät är på plats.

11 Jordningsnät

Under hela stationen finns ett nät av jordningslina. Maskvidden är antingen 7 eller 10 m och tjockleken på kopparlinan är vanligtvis 25 mm². Elstationer med högre spänningar kan ha följande storlekar på kopparlinan: 50, 75, 100, 125 och 150 mm². Nätet täcker hela området och är på ca 0,5-0,7 m djup från markytan men förs under fundamenten och byggnaden. Alla delar som leder el kopplas fast i jordningsnätet med två slingor. En del av slingorna, till exempel till huvudtransformatorn, utförs med 50 mm² kopparlina. Det dras också en ytjordning som kommer ca 0,3 m från markytan och den omringar stängslet, huvudtransformatorn och kontrollbyggnaden. Ytjordningen är samma tjocklek som jordningsnätet. Se bilaga 4.

12 Kabelkanal

Kabelkanaler används för att skydda elkablarna. Kabelkanalerna byggs i regel av betongelement som antingen är U- eller L-formade (se bild). Locket är av betong eller trä och är meningen att kunna gå på. Om kanalen korsar en transportväg används lock av antingen betong eller stål. Kabelkanaler används på sträckor med mycket kablar oftast från kontrollbyggnaden till mitten av stationen, varifrån kablarna fortsätter i plaströr till fundamenten. Nya kabelkanalers fyllnadsgrad får vara högst 50 %, så att man i framtiden kommer undan billigare och enklare med att dra nya kablar. Kabelkanalen sätts rakt på tjälisoleringen.

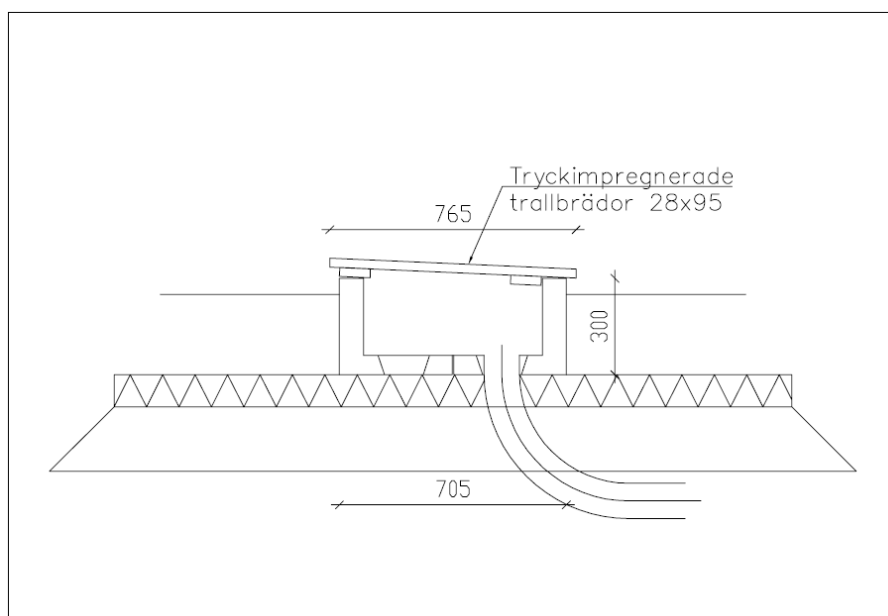


Bild 12-1 L-formade kabelkanaler med trälock.

13 Elrör

Det vanligare sättet att skydda elkablarna är att använda elrör, det vill säga plaströr som antingen är styva eller flexibla. Storlekar som används är 110 mm styvt rör och 160 mm flexrör. Enstaka företag kräver 140 mm rör. Rören installeras på ca 0,5 m djup med dragtråd. Själva kablarna installeras med hjälp av dragtråden först efter att markarbeten är gjorda. Det är vanligt att man färdigt drar rör som sedan täpps och markeras, så att man i ett senare skede bara behöver gräva fram ändan på röret. Det blir mycket billigare och

enklare att i byggnadsskedet förbereda några extra rör om man antar att stationen i framtiden ska utvidgas. Även kabelrörens fyllnadsgrad får vara högst 50 %. Runt elrören kommer ett lager kross 0-8 mm.

14 Dränering

Minsta storleken för dräneringsrören är DN 100, vilket betyder att inre diametern ska vara minst 90 mm². Rören ska vara tillverkade av flera lager antingen PE- eller PP- rör som ska uppfylla kraven i SFS 5675. Dräneringsbrunnarnas diameter är minst 315 mm. Rören och brunnarna får skilja sig högst 10 mm/ 1 m. (MaaRYL 2010 s. 96-98)

Vanliga rör som används är 117/100 plastiska PEH-rör. Runt rören kommer ett lager med 5/8-32 mm. Dräneringsrören installeras runt byggnaden och transformatorn. Det finns vanligtvis två regnvattensbrunnar, också dräneringsrören leder sitt vatten till dem. Det varierar om beställaren vill att hela stationen ska vara dränerad eller inte. De flesta stationerna har runt stängslet ett dike som regnvattnet och dräneringen leds till. Se bilaga 6.

15 Apparatfundamenten

Det används tre olika sorters apparatfundament: 1P, 2P och 3P. Dessa finns sedan i lite olika storlekar. 1P har en pelare uppstickande från en betongplatta, 2P har två pelare och 3P tre. Pelarna i elementen är i regel på rad, men det finns en typ av 3P som är triangelformad. Fundamenten beställs oftast som element men det förekommer att de gjuts på plats. De färdiga fundamentelementen lyfts rakt på tjälisoleringen. Länkarna från jordningslinan binds fast i fundamentets bultar för att sedan fästas i stativen som senare monteras på fundamentet (se bild 14-2). Det varierar lite hur mycket kunden vill att det ska synas av fundamentet ovanför markytan, brukar variera mellan 150 och 300 mm. Oftast går det lite enligt breddgraderna; ju högre upp på kartan desto mer ska det synas ovanför marken. Fundamenten väger mellan 1500 och 4500 kg. Vanligt krav på betongen är exponeringsklass XC4 och betongkvalitet C25/30 eller C28/35 och armering minst B500BT. Skruvarna, brickorna och muttrarna ska alltid vara varmförzinkade enligt EN 50423 eller av rostfritt stål.

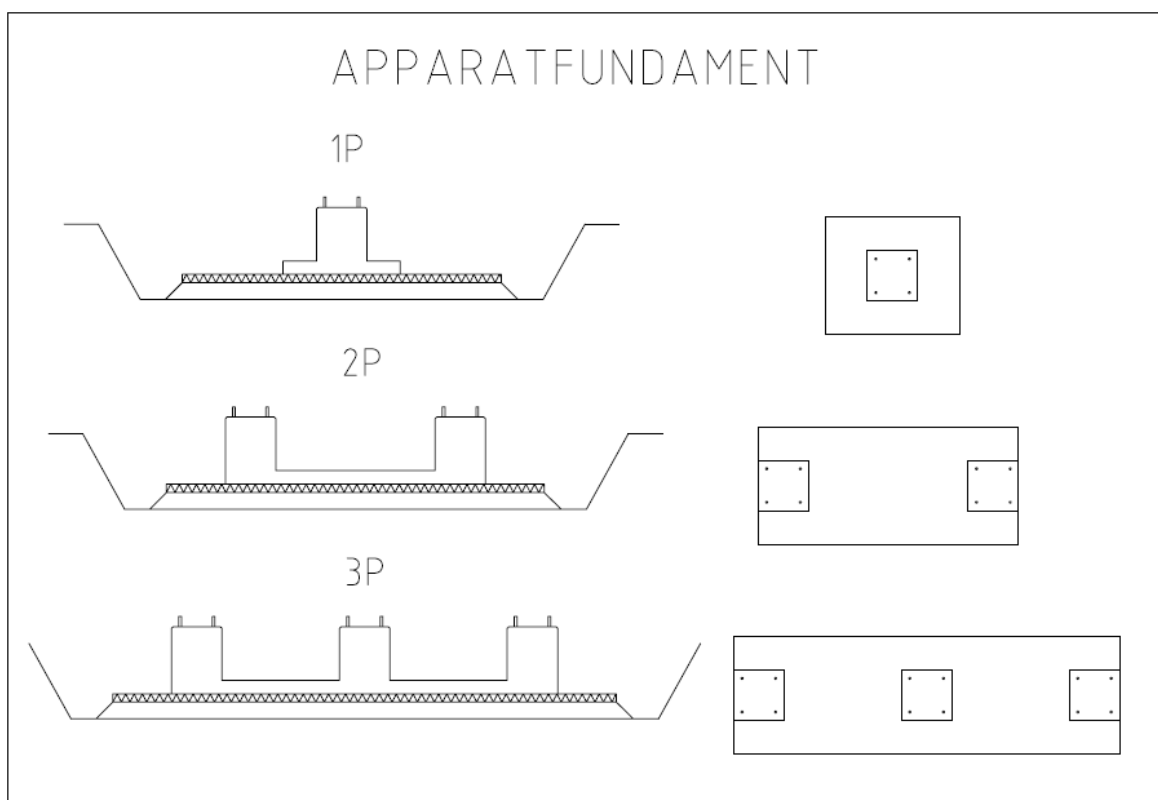


Bild 15-1 De tre fundamenttyperna finns i olika längder.



Bild 15-2 Ett 1P fundament med ställverk på.

16 Huvudtransformator

Huvudtransformatorn, som ofta kallas trafo, är den del som sänker spänningen.

Transformatorn innehåller en hel del olja och därför förses den med en grop under som samlar upp eventuell läckande olja. Oljegropen måste fylla standarden EN 61936 och gropens storlek dimensioneras så att den rymmer 110% av oljevolymen + 300 mm regnvatten och ett släckskikt på 300 mm. Kunden kan ha egna ritningar på transformatorn men oftast anges endast typen av trafo och entreprenören får själv dimensionera en oljegrop som uppfyller kraven ovan. Oljegropen ska naturligtvis hålla trafons tyngd. Om det inte finns några speciella krav byggs gropen som en rektangel av betongelement enligt följande: i tjälisoleringen görs fyra hål för installationsbitar av betong. Installationsbitarna är 600 x 600 x 150 mm och placeras där väggelementens hörnen ska komma. På installationsbitarna kommer ännu korta rhs-rör som elementen läggs ner på. Rhs-rören fungerar som monteringskilar för sockelelementen. Sockelelementen och gropens golvgjutning bildar en tät låda för uppsamling av olja vid eventuellt läckage. När alla väggelement är på plats gjuts hörnen ihop. Till näst gjuts golvet, som har dubbel nät och det nedre nätet sträcker sig utanför väggelementen. Golvets nätarmering och sockelelementets länkar bildar tillsammans en seg och tät anslutning. På golvet bultas och gjuts fast två stöd som håldäcksplattorna kommer att vila på. Håldäcksplattorna läggs så att ändorna vilar på de långa väggelementen. På håldäcksplattorna monteras två helbetongplattor. Plattorna placeras så att de ligger på mer än en håldäcksplatta. På betongplattan fästs räl som transformatorn kan hivas på plats längs. Bredvid betongplattorna kommer kross 32-64 mm ett 200 mm tjockt lager. Se bild 15-1-3.

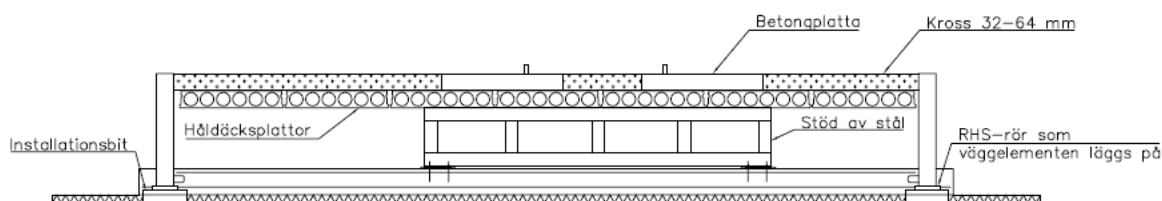


Bild 16-1 Skärning av trafon, bilden hittas som större i bilaga 7.

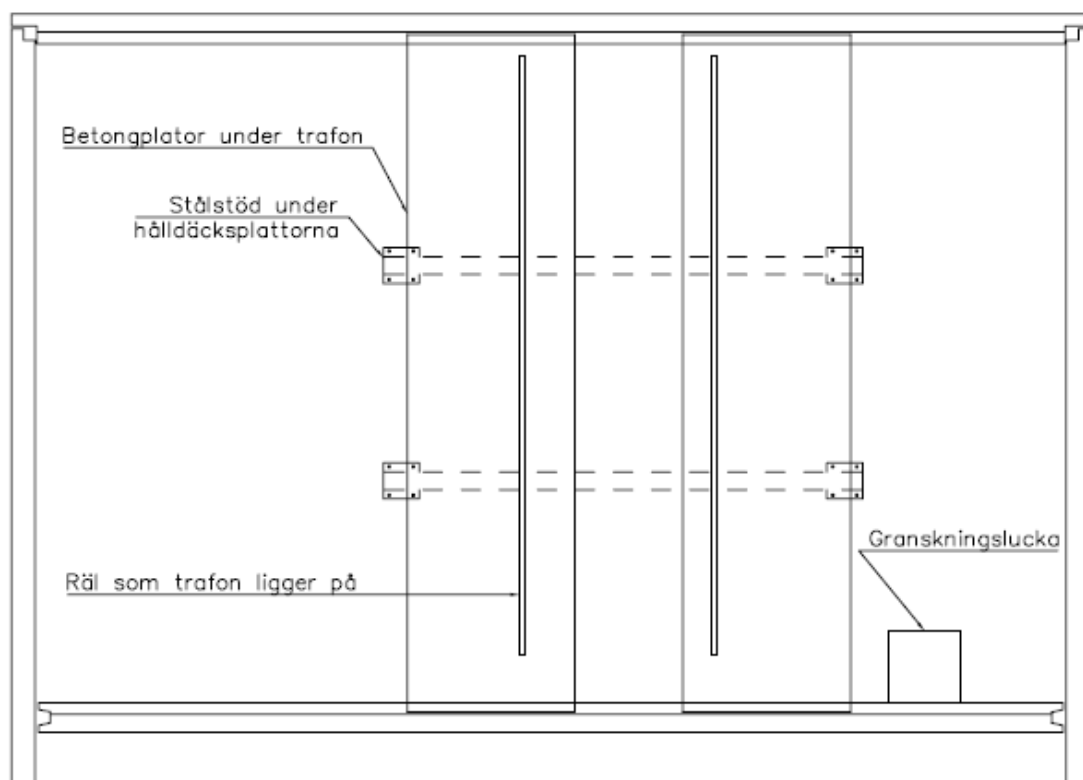


Bild 16-2 Trafogrop ovanifrån sätt, större bild i bilaga 8.



Bild 16-3 Transformorgrop med hålldäcksplattorna och betongplattorna på. Krossen fylls upp till kanterna.



Bild 16-4 Samma transformatorgrup som på förra bilden. Transformatorn har skyddsvägg åt två håll.

Det är vanligt vid station ombyggnader att transformatorn återanvänds och får en ny oljegrop. Den nya oljegropen planeras så att den gamla transformatorn i framtiden kan bytas ut mot en ny.



Bild 16-5 En gammal transformator som väntar på att nya oljegropen ska bli färdig.



Bild 16-6 Transformatorn från bild 15-5 ska flyttas från släpet till rälen.

Det varierar ganska mycket på vilken höjd transformatorn ska vara, i Sverige är det vanligt att den placeras på samma höjd som de andra ställverken, medan den i Finland ofta ligger 500/600 mm ovanför markytan. Transformatorn kan också kläs in i skyddsväggar, vilket är vanligt när stationerna är nära bebyggelse. I Sverige är det inte ovanligt att kunderna vill ha transformatorerna helt innanför byggnader.

17 Kontrollbyggnad

17.1 Grund

Kontrollbyggnaden är den del i ett projekt som varierar mest. Det finns tre vanliga variationer på byggnadens grund och två lite ovanligare. Det allra vanligaste är att bygga en kabelkällare under byggnaden. Kabelkällarens fria höjd varierar mellan 0,6 och 2,2 m. Kabelkällaren kan byggas på flera olika sätt. Man kan bygga den likadant som transformatorgropen, med väggelement som placeras på installationsbitar och platsgjutet golv (se bilaga 7). Om det används pålar gjuts ofta en sula och sedan platsgjuts sockeln. Vakioasema behöver ett T-stöd av stålbalkar (se bilaga 10). På mindre fuktiga ställen byggs sockeln ibland av lettgrusbetongblock. Blocken placeras på en betongplatta. Att bygga med lettgrusblock går snabbt och den har lägre värmekonduktivitet än betong

(Finlands byggbestämmelsesamling C4 s. 13-14). Kabelkällaren underlättar kabeldragandet och är väldigt mycket enklare om stationen utvidgas i något skede och det måste dras fler kablar. Hur mycket som är synligt av sockeln varierar men vanligtvis är det 150-300 mm.

Andra sättet är att ha en markliggande betongplatta som grund. Plattan ligger på ett lager grus som ligger på tjälisoleringen som ligger på det bärande lagret.

Sista sättet som bara kan användas med VEO:s prefabricerade byggnader är betongbalkar som ligger rakt på grus. Balkarna ligger med några meters mellanrum metoden används endast för VEO: prefabricerade byggnader (se bilderna 16-1 och 16-2).



Bild 17-1 Betongbalkarna redo för den prefabricerade byggnaden.



Bild 17-2 Vakioasema på betongbalkar.

17.2 Byggnaden

Byggnaden är ett halvvarmt utrymme vars innetemperatur på vintern typiskt ligger på ca 12 grader. Om inte kunden har något särskilt krav är byggnadens brandklass P3. Många kunder vill att byggnaden ska vara byggd i betong medan andra kräver obrännbara material. Avståndet mellan transformatorn och byggnaden måste vara åtminstone 5 m om byggdelarna är obrännbara (A2-s1,d0), annars måste avståndet vara minst 10 m (SFS6001 tabell 3)

VEO har utvecklat en prefabricerad byggnad som består av två halvor som på stationen sammanfogas. Denna heter Vakioasema. VEO har även en smalare modell som är av en del som heter Miniasema. Både Miniasema och Vakioasema har liknande uppbyggnad; båda har stålram med sandwichelement som väggar och tak. Sandwichelementen är av antingen polyuretan eller mineralull. Uretanen har bättre U-värde, 100 mm element har $0,27 \text{ W/m}^2 \text{ K}$, medan motsvarande ullelementet har $0,38 \text{ W/m}^2 \text{ K}$. Ullelementet har börjats använda mer och mer eftersom uretanen kräver längre avstånd till transformatorn. I Sverige godkänner inga kunder uretanelementet på grund av dess sämre brandegenskap (B-s2,d0).

Båda modellerna har flera olika standardlängder. Måtten är dimensionerade enligt VEO:s egna VEKE elskåp. Byggnaderna tillverkas i Finland och körs med långtradare till VEO:s

fabrik (se bild16-2), Vakioasema kommer i två delar och fästs tillfälligt ihop medan installationsarbeten pågår. Byggnaden är helt tom när den anländer (se bild 16-3). Byggnaderna fylls med elskåp och belysning och annat som behövs (se bild 16-4).



Bild 17-3 Vakioasema utanför VEO:s fabrik, de två delarna är tillfälligt fästa i varandra under installationerna.



Bild 17-4 Byggnaden är tom när den anländer till VEO:s fabrik.



Bild 17-5 Allt är klart för att skicka iväg delarna till elstationen.

Byggnaden kan också byggas på plats av till exempel betongelement. Om elementbyggnaden har kabelkällare görs bottenbjälklaget av håldäcksplattor. Man måste vara försiktig med hålplaceringen så att inte plattan mister sin bärförmåga när man kapar av vajrarna i plattan.

18 Stängsel

Stationsområdet är alltid omringat av stängsel. Stängslen har oftast ganska liknande krav: stolpavståndet 2,5/3 m, 2,2 m högt med maskvidd 50x 50 mm. Stolparna och själva nätets material varierar mellan aluminium, varmförzinkat eller rostfritt stål. Det finns en stor skillnad mellan kraven på stängslet i Finland och i Sverige. I Sverige krävs det nästan alltid grävningsskydd, som antingen kan göras av betong eller att staketet sträcker sig en viss sträcka under markytan. Ett vanligt krav är att undergjutningen ska vara 400 mm bred och 100 mm djup. Det är också vanligare att företagen vill ha stängsellarm. I Finland är det vanligt att stängslets nedre kant får vara högst 200 mm från markytan. Stängslet jordas med minst 20 m mellanrum. Det ingår olika mängder gång -och körporter. Körporten har lika stor bredd som vägen, som vanligtvis är 5-6 m.



Bild 18-1 Stängslets med både kör- och gångport.

19 Mängdberäkningsprogrammet

Uppdragsgivaren ville att programmet skulle utföras i Excel. Fördelarna med Excel var att så gott som alla har använt och har någon grad av kunskap i programmet. Programmet fanns dessutom installerat på allas datorer vilket innebar att inga nya program måste införskaffas. Programmet är ganska användarvänligt, eftersom man inte behöver kunna redigera i programmet för att kunna använda den färdiga tabellen. Det är dessutom enkelt att gå in i tabellen och ändra på värden om man vill ändra befintliga värden. Lika lätt är det att ta bort och lägga till rader.

19.1 Programmets uppbyggnad

Första sidan är ifyllningssidan. Det är endast denna sida användaren fyller i. Alla andra är låsta för användaren. Ifyllningssidan innehåller följande inmatningspunkter:

- Först fyller man i allmänna uppgifter och bland annat om det är frågan om en ny station samt måtten på stationen.
- Sedan fyller man i antal, storlek, typ och längder på följande:
 - Jordningslina
 - Dränering
 - Fundament
 - Transformator
 - Byggnad
 - Kabelkanal
 - Elrör
 - Väg
 - Staket

Om det är en befintlig station ingår det ofta även rivningsarbeten på de gamla fundamenten och byggnaden, vilka fylls i på samma sätt som de nya fundamenten.

Alla olika typer av fundament är inmatade i tabellen. Följande värden är inmatade:

- Mått
- Armering
- Pålar

Programmet räknar med hjälp av måtten och de allmänna uppgifterna ut hur mycket som går åt av:

- Betong
- Tjälisolering
- Schaktning
- Fraktning
- Fyllnadsjord

På sista sidan väljer man hurdan jordart det är på stationen och programmet ger sedan materiallistan. Om man byter till exempel mellan lera och sand ger programmet olika svar. När man valt sin jordart trycker man på en knapp som tar resultatet från sidan och skapar en ny Excel-tabell, som man sedan kan skicka till markbyggare. Materiallistan skickas tillsammans med planritning och ritningar på de olika fundamenten så att markbyggaren lättare kan uppskatta sin arbetsmängd. Meningen är sedan att markbyggaren fyller i massalistans undre del som innehåller en sammanfattning av allt som ska göras, som exempel materialkostnaderna, priserna på byggnaden och hur många arbetstimmar.

19.2 Bilder från programmet

De blåa rutorna är drop down listor och i de ljusröda rutorna är det meningen att fylla i värden.

Allmänt		
Betongklass	C20/25	
Exploreringsklass	X0	
Klimatzon	2	
Armeringsklass	B500A	
Synligt av fundamente	0,2	m
Synligt av Trafo	0,2	m
Synligt av portal	0,5	m
Ny station	Ja	
Lös lera	0,7	m

Bild 19-1 Den allmänna delen.

Bild 19-2 Inmatningssidan.

Rivning		
Fundament	Mängd	St
1P		
1P2500		st
2P		
2P3600		st
3P		
3P2500		st
Transformator		
Mängd 1		st
bredd 1		m
längd 1		m
höjd 1		m
Väggjocklek 1		m
Mängd 2		st
bredd 2		m
längd 2		m
höjd 2		m
Väggjocklek 2		m
R Synligt	0,2	m

Bild 19-3 Rivning.

Betongmängd	0 m ³
Betong rivning	0 m ³
Armeringsrivning	0 kg
Armeringsmängd	0 kg
Ø 8	0 m
Ø 10	0 m
Ø 12	0 m
Ø 16	0 m
Ø 20	0 m
B8-200	0 m ²
B10-150	0 m ²
B10-200	0 m ²
Ankarbultar	0 st
Brickor	0 st
Muttrar	0 st
Tjälsolering	0 m ²
Pålmängd	0 st
Markduk	0 m ²
Kanalelement	0 st

Bild 19-4 Resultatsidan.

20 Resultat, kritisk granskning och diskussion

Resultatet blev ett räkneprogram i Excel som jag redan som halvfärdigt kunde använda som hjälp för att räkna ut massamängderna till offerter. För tillfället är jag den enda som kan använda programmet, men det kommer nog att ändra efter en ordentlig genomgång av programmet med försäljarna.

Programmet blev inte så enkelt som jag ursprungligen hade tänkt mig och de som har bekantat sig med programmet har haft svårigheter att förstå allt på första gången. För att underlätta användningen gjordes därför hjälpskommentarer som dyker upp när man för musen över fältet.

Programmet saknar ännu konkret testning, men redan i detta skede kan det konstateras att åtminstone delar av programmet fungerar och försnabbar räknandet. Efter att några projekt som är räknade med programmet är utförda kan man ordentligt analysera hur exakta resultat man får med programmet.

Programmet borde ge ganska exakta värden, men mängden grävning och nya jordmassor kommer att vara större än de verkliga mängderna. Orsaken är att många fundament är väldigt nära varandra, vilket gör att en del massor räknas dubbelt. Till exempel brukar ett 1P fundament vara nästan fast i transformatorn, vilket gör att en del av massorna blir dubbelt räknade. Det handlar om ganska små summor.

Man kan säga att programmet aldrig blir helt klart, eftersom det kommer att ske ändringar och då måste man uppdatera värden i kalkylen. Om jag hade haft mera tid så skulle jag ha utvecklat svarsidan som sedan skickas vidare till markarbetare. Jag skulle också ha ställt upp resultatet så att det bättre framgår hur mycket material som går åt till de olika delarna, till exempel hur mycket armering som går åt till byggnaden.

För att ett dylikt räkneprogram kunde lagas krävdes en helhetsbild om hela elstationen samt dess innehåll. Detta underlättades mycket eftersom att jag arbetade hela sommaren på VEO och under den tiden besökte elstationer och var med under olika skeden av byggprocessen. Arbetet har ökat min kännedom om kostnadskalkylering och vad som krävs för att få ihop en offert samt hur mycket arbete som krävs.

Själva processen kunde ha gått smidigare eftersom jag själv arbetade i Pemar medan alla som var inblandade satt i Vasa. Några fler gemensamma möten med alla involverade partner vid samma bord vore önskvärt. Den största problematiken var att jag gjorde kalkylen i många små delar och det kunde gå flera veckor utan att jag öppnade programmet. Om jag nu skulle göra ett liknande projekt skulle jag försöka göra allt i en

etapp istället för många små etapper med uppehåll emellan. Man kan konstatera att utdraget på ca 9 månader inte är den bästa lösningen.

21 Källförteckning

Cellplaster [Online]

(<http://www.cellplaster.nu/tillverkning-av-cellplast/>)[hämtat 28.3.2016]

Elementtisuunnittelu [Online]

<http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/runkorakenteet/perustukset-ja-vaestonsuojat/paalut>
[hämtat 31.3.2016]

MaaRYL 2010

Rakentaja 14.9.2015 [Online]

(http://www.rakentaja.fi/artikkelit/11051/oikeanlainen-suodatinkangas_kayttokohteen_mukaan.htm) [hämtat 29.3.2016]

Rakentaja 20.10.2014 [Online]

(http://www.rakentaja.fi/artikkelit/8805/rr_ja_rdpaalut_ruukki_ssab.htm) [hämtat 29.3.2016]

RIL 254-2011

Paalutusohje 2011

Ruukki [Online]

<http://www1.ruukki.fi/Rakentaminen/Perustukset> [hämtat 30.3.2016]